

JC09 Rec'd PTO 31 MAY 2005

DOCKET NO.: 273268US0PCT

#3

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

IN RE APPLICATION OF: Hidehiro TAKEMOTO, et al.

SERIAL NO.: NEW U.S. PCT APPLICATION

FILED: HERewith

INTERNATIONAL APPLICATION NO.: PCT/JP03/15426

INTERNATIONAL FILING DATE: December 2, 2003

FOR: PRESSURE VESSEL AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

**REQUEST FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119  
AND THE INTERNATIONAL CONVENTION**Commissioner for Patents  
Alexandria, Virginia 22313

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that the applicant claims as priority:

<b><u>COUNTRY</u></b>	<b><u>APPLICATION NO</u></b>	<b><u>DAY/MONTH/YEAR</u></b>
Japan	2002-350373	02 December 2002

Certified copies of the corresponding Convention application(s) were submitted to the International Bureau in PCT Application No. PCT/JP03/15426.

Respectfully submitted,  
OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,  
MAIER & NEUSTADT, P.C.



Norman F. Oblon  
Attorney of Record  
Registration No. 24,618  
Surinder Sachar  
Registration No. 34,423

Customer Number

**22850**

(703) 413-3000  
Fax No. (703) 413-2220  
(OSMMN 08/03)

10/537 015  
Rec'd PCT/PTO 31 MAY 2005  
PCT/JP 03/15426

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

02.12.03

#3

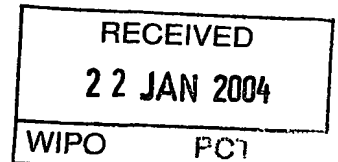
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日                      2 0 0 2 年 1 2 月    2 日  
Date of Application:

出 願 番 号                      特 願 2 0 0 2 - 3 5 0 3 7 3  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [ J P 2 0 0 2 - 3 5 0 3 7 3 ]

出      願      人                      三 菱 レ イ ヨ ン 株 式 会 社  
Applicant(s):

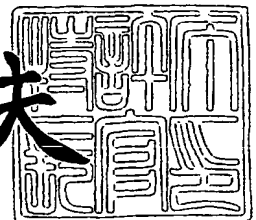


PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b).

2 0 0 4 年    1 月    8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫



BEST AVAILABLE COPY

出証番号    出証特 2 0 0 3 - 3 1 0 9 4 4 4

【書類名】 特許願

【整理番号】 J98050A1

【提出日】 平成14年12月 2日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 F16J 12/00

【発明の名称】 圧力容器およびその製造方法

【請求項の数】 9

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目 1 番地の 2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 竹本 秀博

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目 1 番地の 2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 石森 巧

【発明者】

【住所又は居所】 愛知県豊橋市牛川通四丁目 1 番地の 2 三菱レイヨン株式会社豊橋事業所内

【氏名】 杉浦 正行

【特許出願人】

【識別番号】 000006035

【氏名又は名称】 三菱レイヨン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100089037

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9706795

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 圧力容器およびその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 容器本体の表面に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂からなる繊維強化樹脂層を形成した圧力容器において、

自緊処理が施されたものであり、自緊処理を行ったときの容器表面の周方向の歪が 0.7% 以上、0.9% 以下であり、かつ破壊圧力が、充填圧力の 2.2 ～ 2.8 倍であることを特徴とする圧力容器。

【請求項 2】 強化繊維は、伸度が 1.4 ～ 1.6% であることを特徴とする請求項 1 記載の圧力容器。

【請求項 3】 強化繊維は、弾性率が 250 GPa 以上であることを特徴とする請求項 1 または 2 記載の圧力容器。

【請求項 4】 繊維強化樹脂層は、複数の構成層からなる多層構造を有し、これら構成層のうち 1 つに用いられている強化繊維の弾性率が、他の構成層のうち 1 つに用いられている強化繊維の弾性率と異なることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のうちいずれか 1 項記載の圧力容器。

【請求項 5】 繊維強化樹脂層は、強化繊維樹脂の配向方向が容器本体の周方向である周方向配向層と、強化繊維樹脂の配向方向が容器本体の軸方向である軸方向配向層とを含む多層構造を有することを特徴とする請求項 1 ～ 4 のうちいずれか 1 項記載の圧力容器。

【請求項 6】 繊維強化樹脂層は、周方向配向層と軸方向配向層とが交互に積層されたものであることを特徴とする請求項 5 記載の圧力容器。

【請求項 7】 繊維強化樹脂層の最外層が、周方向配向層であることを特徴とする請求項 5 または 6 記載の圧力容器。

【請求項 8】 容器本体がアルミニウム合金からなることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のうちいずれか 1 項記載の圧力容器。

【請求項 9】 容器本体の表面に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂からなる繊維強化樹脂層を形成し、この繊維強化樹脂層を硬化させた後、容器表面の周方向の歪が 0.7% 以上、0.9% 以下となるように圧縮圧力を加

える自緊処理を行い、かつ破壊圧力を、充填圧力の2.2～2.8倍とすることを特徴とする圧力容器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、高圧ガス用の貯蔵容器などに用いられる圧力容器およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、高圧ガスの貯蔵容器としては、鋼鉄製の容器が用いられている。

しかしながら、鋼鉄製の貯蔵容器は重量が大きく、移動や輸送等に多大な労力を必要とするものであった。

例えば、気体燃料を用いる自動車では、車両重量を小さくし燃料消費量を抑制するため、燃料貯蔵容器を軽量化することが求められている。

【0003】

そこで、高圧ガスの貯蔵容器として、従来の鋼鉄製のものに代えて、樹脂や金属製のライナー材を強化繊維で補強した複合材料からなる圧力容器が用いられるようになっている。この繊維強化複合材料からなる圧力容器は、充填圧力を高くでき、かつ軽量化が可能となる。

【0004】

この繊維強化複合材料からなる圧力容器を製造する工程において、強化繊維を巻き付けるための代表的な方法としては、フィラメントワインディング法（以下、FW法という）がある。

この方法は、樹脂を含浸した連続強化繊維をライナー材（容器本体）に巻き付け、その後、樹脂を硬化させることにより繊維強化複合材料からなる圧力容器を製造する方法である。

FW法を採用する場合には、容易に製品を製造できる反面、例えば破裂圧力が65MPaを越える高圧となる圧力容器を製造すると、強化繊維の強度の発現率が低くなる傾向があり、必要以上に強化繊維を厚く巻く必要があり、容器重量が

大きくなる問題があった。

#### 【0005】

特許文献1には、異なる強化繊維を用いた2層以上の繊維強化複合材料層を備えた圧力容器が提案されている。この圧力容器では、外側の層の弾性率を内側の層の弾性率よりも高くし、それぞれの層に働く応力の大きさがほぼ一定となるようにすることによって、破裂圧（破裂特性）を高くすることができる。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開平6-331032号公報

#### 【0007】

図3は、特許文献1に開示された圧力容器を示すもので、この圧力容器50は、円筒状の金属製のライナー材51（容器本体）の胴部51a上に、樹脂被覆を施した強化材52a、53a、54aを内側から外側に向けて層状に巻き付けて、繊維強化プラスチック製の被覆層52、53、54を形成したものである。

この圧力容器50では、外側の被覆層の弾性率を、内側の被覆層の弾性率よりも大きく設定することによって、各被覆層52、53、54に作用する周方向の引張り応力の大きさをほぼ一定とすることができるようになっている。このため、圧力容器50では、高耐圧性が得られ、軽量化が可能となる。

#### 【0008】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来の圧力容器では、十分な破裂圧は得られるが、別の問題がある。すなわち、従来の容器は破裂時に粉々に碎けるため、その破片が飛散するのを防ぐ必要がある。

また、圧力容器に要求される特性としては、破裂特性だけでなく疲労特性も重要である。

特にアルミニウムなどの金属からなるライナー材（容器本体）を用いる容器の場合には、高圧で自緊処理を行うことでライナー材に圧縮応力を与え、この圧縮応力をライナー材の線形特性の範囲となるように設定することによって、疲労特性を向上させることができる。



しかしながら、ライナー材に適度に与える圧縮応力を重視して圧力容器を設計すると、必要以上に破裂圧が高くなることがあり、破裂圧を重視して圧力容器を設計すると、必要な圧縮応力が加えられなくなり、これらの結果として容器重量が大きくなるなどの問題があった。

さらに、高圧ガス保安協会規格（KHK）S 1121のような圧力容器の規格は、ガラス繊維の特性、特に疲労特性を基に規格化されており、疲労特性の良好な強化繊維を用いた圧力容器には、不要に高い安全性が与えられているのが現状である。

本発明は上記した事情に鑑みなされたもので、疲労特性および破裂特性に優れ、かつ軽量である圧力容器およびその製造方法を提供すること目的としている。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明の圧力容器は、容器本体の表面に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂からなる繊維強化樹脂層が形成され、自緊処理が施されたものであり、自緊処理を行ったときの容器表面の周方向の歪が0.7%以上、0.9%以下であり、かつ破壊圧力が、充填圧力の2.2～2.8倍であることを特徴とする。

#### 【0010】

本発明の圧力容器の製造方法は、容器本体の表面に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂からなる繊維強化樹脂層を形成し、この繊維強化樹脂層を硬化させた後、容器表面の周方向の歪が0.7%以上、0.9%以下となるように圧縮圧力を加える自緊処理を行い、かつ破壊圧力を、充填圧力の2.2～2.8倍とすることを特徴とする。

#### 【0011】

##### 【発明の実施の形態】

図1は、本発明の圧力容器の一実施形態を示すものである。

ここに示す圧力容器1は、略円筒形の容器本体2上に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂3からなる繊維強化樹脂層4を設けたものである。図中符号2aは胴部を示し、2bは開口部を示し、2cは底部を示す。

容器本体 2 は、金属からなるものであることが好ましく、その金属の材料は特に限定されないが、例として、アルミニウム合金、マグネシウム合金、鉄などを挙げることができる。特に、アルミニウム合金は、容器本体 2 を軽量化するには好適である。

#### 【0012】

繊維強化樹脂層 4 は、多層構造とするのが好ましい。

図示例において、繊維強化樹脂層 4 は、強化繊維樹脂 3 をその繊維の配向方向が容器本体 2 の周方向となるように巻きつけた周方向配向層 3 a 上に、強化繊維樹脂 3 をその繊維の配向方向が容器本体 2 の長軸方向となるように巻きつけた軸方向配向層 3 b を有する構成とされている。

本発明において、繊維強化樹脂層は、図示した構成に限らず、周方向配向層と軸方向配向層とを容器本体上に交互に複数積層した構造とすることができる。

特に、繊維強化樹脂層 4 の最外層を周方向配向層 3 a とすると、良好な外観状態が得られるため好ましい。各層の数および厚みは、容器の用途、内容物の種類、大きさ等によって任意に選択することができる。

#### 【0013】

強化繊維に含浸させる樹脂（マトリックス樹脂）としては、特に限定されないが、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、アクリル樹脂等が挙げられる。

強化繊維としては、特に限定されないが、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、ボロン繊維、PBO 繊維等が挙げられる。

また、伸度が 1.4 % 以上、1.6 % 以下である強化繊維を用いると、優れた疲労特性および破裂特性を効率よく得ることができる。

#### 【0014】

また、弾性率が異なる 2 種類以上の強化繊維を用いることによって、疲労特性および破裂特性を向上させることができる。

例えば、繊維強化樹脂層 4 を、複数の構成層からなる多層構造とし、これら構成層のうち 1 つに用いられている強化繊維の弾性率が、他の構成層のうち 1 つに用いられている強化繊維の弾性率と異なるようにすることによって、疲労特性お

よび破裂特性を向上させることができる。

この場合には、内側（容器本体 2 に近い側）の構成層に弾性率が高いものを用いると、破裂したときに粉々になりにくいので、容器の安全性が向上する。

強化繊維の弾性率は、250 GPa 以上とすると、疲労特性および軽量性を向上させることができる。

#### 【0015】

次に、上記圧力容器 1 を製造する方法の一例について説明する。

##### （1）繊維強化樹脂層形成

図 2（a）に示すように、貯槽 6 内のマトリックス樹脂 7 を強化繊維 8 に含浸させ、強化繊維樹脂 3 を得る。

次いで、容器本体 2 を周方向に回転させつつ、強化繊維樹脂 3 を容器本体 2 に巻き付ける。これによって、強化繊維樹脂 3 の繊維配向方向が容器本体 2 の周方向となる周方向配向層 3 a を形成する。

次いで、軸方向配向層 3 b を形成する。軸方向配向層 3 b を形成する際には、強化繊維樹脂 3 の繊維配向方向が容器本体 2 の長軸方向となるようにする。

これによって、周方向配向層 3 a と軸方向配向層 3 b とからなる繊維強化樹脂層 4 を有する中間体容器 5 を得る。

なお、軸方向配向層 3 b の上にさらに層を形成するには、上述の方法を採用することができる。

#### 【0016】

##### （2）樹脂層硬化

図 2（b）に示すように、中間体容器 5 を加熱炉 9 内で加熱する。

加熱温度は、40～180℃とするのが好ましい。この温度が上記範囲未満である場合または上記範囲を越える場合には、圧力容器 1 の疲労特性および破裂特性が劣化する。

この加熱処理によって、繊維強化樹脂層 4 を硬化させる。

#### 【0017】

##### （3）自緊処理

図 2（c）に示すように、自緊処理装置 10 を用いて、容器表面の周方向の歪

が 0.7%以上（好ましくは 0.75%以上）、0.9%以下（好ましくは 0.85%以下）となるように自緊処理する。自緊処理とは、中間体容器 5 の容器の内圧を高め（以下、このときの容器の内圧の最大値を自緊処理圧力という）、ライナー材（容器本体 2）を永久変形させた後、容器の内圧を低下させることによって、繊維強化樹脂層 4 の剛性により圧縮応力を容器本体 2 に与えることである。

自緊処理圧力は、充填圧力の 5/3 倍以上、破壊圧力未満とするのが好ましい。自緊処理圧力をこの範囲とすることによって、容器本体 2 に圧縮応力がかかり、充填媒体の充填放出を繰り返したときに、容器本体 2 にかかる応力が容器本体 2 の材料の線形特性の範囲となるため、優れた疲労特性を得ることができる。

この自緊処理圧力が上記範囲（容器表面の周方向の歪が 0.7～0.9%となる範囲）を外れる場合には、压力容器 1 の疲労特性および破裂特性が劣化する。

以上の操作によって、压力容器 1 を得る（図 2（d））。

#### 【0018】

压力容器 1 では、破壊圧力が充填圧力の 2.2 倍以上、2.8 倍以下（好ましくは、2.4 倍以上、2.7 倍以下）となるように製造条件を設定する。

破壊圧力がこの範囲未満であると、压力容器 1 の疲労特性および破裂特性が不足する。破壊圧力がこの範囲を越えると、压力容器 1 の疲労特性および破裂特性がオーバースペック（過剰）となる。この場合には、容器重量が大きくなるため軽量化の点で好ましくない。

なお、破壊圧力とは、容器の内圧を高め、容器が破裂させたときの容器の内圧をいう。

#### 【0019】

压力容器 1 では、自緊処理を行ったときの容器表面の周方向の歪が 0.7%以上、0.9%以下であり、かつ破壊圧力が充填圧力の 2.2 倍以上、2.8 倍以下であるので、疲労特性および破裂特性を向上させるとともに、強化繊維樹脂 3（繊維強化樹脂層 4）を薄くすることができ、軽量化することが可能となる。

#### 【0020】

#### 【実施例】

以下、具体例を示して本発明の圧力容器の作用効果を明確化する。

実施例および比較例の評価方法について説明する。

(1) 破壊圧力の測定方法 (破裂特性)

三菱レイヨン社製水圧破壊試験機に容器をセットし、昇圧速度 1.4 MPa以下で容器に水圧を負荷し、容器が破裂したときの圧力を測定した。この測定を 3 回行い、その平均値を算出した。

(2) 疲労特性試験

三菱レイヨン社製水圧サイクル試験機に容器をセットし、容器の内圧を大気圧から充填圧力の 5/3 倍の圧力まで上昇させた後、大気圧に戻す圧力変動操作を約 2 回/min の速度にて繰り返すことで容器を破裂させ、破裂するまでの圧力変動操作繰返し回数を測定した。この測定を 3 回行い、その平均値を算出した。

(3) 軽量性

各容器の繊維強化樹脂層 4 の重量を測定することで評価した。

【0021】

実施例および比較例において使用した材料は以下の通りである。

(1) 強化繊維

(a) 強化繊維①: 三菱レイヨン株式会社製炭素繊維 TRH50-12L を使用した。この炭素繊維は、単繊維直径  $7\mu\text{m}$ 、フィラメント数 12000 本で、ストランド強度 4900 MPa、同弾性率 255 GPa、伸度 1.9% である。

(b) 強化繊維②: 三菱レイヨン株式会社製炭素繊維 MR40-12K を使用した。この炭素繊維は、単繊維直径  $6\mu\text{m}$ 、フィラメント数 12000 本で、ストランド強度 4400 MPa、同弾性率 295 GPa、伸度 1.5% である。

(c) 強化繊維③: 三菱レイヨン株式会社製炭素繊維 MR50-12K を使用した。この炭素繊維は、単繊維直径  $6\mu\text{m}$ 、フィラメント数 12000 本で、ストランド強度 5300 MPa、同弾性率 290 GPa、伸度 1.8% である。

(d) 強化繊維④: 三菱レイヨン株式会社製炭素繊維 HR40-12K を使用した。この炭素繊維は、単繊維直径  $6\mu\text{m}$ 、フィラメント数 12000 本で、ストランド強度 4600 MPa、同弾性率 390 GPa、伸度 1.2% である。

(e) 強化繊維⑤: 三菱レイヨン株式会社製炭素繊維 TR50S-ALA-12

Lを使用した。この炭素繊維は、単繊維直径 $7\mu\text{m}$ 、フィラメント数12000本で、ストランド強度4900MPa、同弾性率238GPa、伸度2.0%である。

#### 【0022】

##### (2) マトリックス樹脂

樹脂①：三菱レイヨン株式会社製#700B（組成 Ep828/XN1045/BYK-A506）を使用した。

#### 【0023】

##### (3) トウプリプレグ

(a) トウプリプレグ①：1本のトウからなるプリプレグとして、ニューポート アドヘシブス アンド コンポジット インク (Newport Adhesives and Composites inc.) 社製WDE-3D-1 (MR60H-24P) を使用した。

このトウプリプレグは、三菱レイヨン株式会社製炭素繊維MR60H-24Pに、予めエポキシ樹脂（50℃で約30ポイズ）を含浸したもので、幅が約4mm、樹脂含有率が約28質量%である。用いられた炭素繊維は、単繊維直径 $5\mu\text{m}$ 、フィラメント数24000本で、ストランド強度5700MPa、同弾性率295GPaである。

(b) トウプリプレグ②：ニューポート アドヘシブス アンド コンポジット インク (Newport Adhesives and Composites inc.) 社製WDE-3D-1 (HR40-12L) を使用した。

このトウプリプレグは、上記トウプレグ①において、炭素繊維を前述のMR60H-24Pから三菱レイヨン株式会社製炭素繊維HR40-12Lに代えて製造したものであり、幅が約3.5mm、樹脂含有率が約28質量%である。用いられた炭素繊維は、単繊維直径 $7\mu\text{m}$ 、フィラメント数12000本で、ストランド強度4600MPa、同弾性率390GPa（JIS R 7601準拠：含浸樹脂はトウプリプレグに含浸したエポキシ樹脂）である。

#### 【0024】

##### (4) 容器本体

容量 9 リットルのアルミニウム製容器本体（全長 540 mm、胴部長さ 415 mm、胴部外径 163 mm、胴部の中央での肉厚 3 mm）を使用した。

#### 【0025】

##### [実施例 1]

充填圧 70 MPa の圧力容器 1 を以下の手順で作製した。

図 2 (a) に示すように、強化繊維②（伸度 1.5 %、弾性率 295 GPa）に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂 3 を、エンテック・コンポジットマシNZ・インク（Entec Composite Machines Inc.）社製のフィラメントワインディング機を用いて容器本体 2 に巻き付け、繊維強化樹脂層 4 を形成した。

繊維強化樹脂層 4 は、内側から外側に向けて、周方向配向層 3a / 軸方向配向層 3b / 周方向配向層 3a / 軸方向配向層 3b / 周方向配向層 3a を有する 5 層構造とした。

得られた中間体容器 5 の胴部の中央部で繊維強化樹脂層 4 の厚みを測定したところ、約 13 mm であった。

#### 【0026】

図 2 (b) に示すように、中間体容器 5 を加熱炉 9 に入れ、炉内の温度を室温から 135℃ まで 1℃ / 分で上昇させた。

繊維強化樹脂層 4 の表面温度が 135℃ に到達したことを確認した後、1 時間放置した。

その後、炉内温度を 1℃ / 分で 60℃ まで降下させ、中間体容器 5 を加熱炉 9 から取り出して室温まで放冷した。繊維強化樹脂層 4 の重量は 5653 g であった。

#### 【0027】

図 2 (c) に示すように、自緊処理装置 10 を用いて、中間体容器 5 を自緊処理圧力 125 MPa で自緊処理し、容器本体 2 に圧縮応力を与え、圧力容器 1 を得た。自緊処理時の容器表面の周方向の歪は 0.81 % であった。

#### 【0028】

得られた圧力容器 1 の破壊圧力（平均値）は 184 MPa であった。この値は、充填圧の 2.6 倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近

に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器 1 が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数（平均値）は 11078 回であった。

以上の結果より、実施例 1 の圧力容器 1 では、破裂特性、疲労特性において優れた結果が得られ、しかも重量を 5653 g であることから軽量化が可能であったことがわかる。

#### 【0029】

##### [比較例 1]

充填圧 70 MPa の圧力容器を以下の手順で作製した。この比較例では、比較的伸度が大きい強化繊維を用いた。

強化繊維①（伸度 1.9%、弾性率 255 GPa）に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂 3 からなる繊維強化樹脂層 4 を容器本体 2 上に形成し、中間体容器 5 を得た。

繊維強化樹脂層 4 は、実施例 1 と同様の 5 層構造とした。中間体容器 5 の胴部の中央部で繊維強化樹脂層 4 の厚みを測定したところ、約 15 mm であった。

中間体容器 5 を、実施例 1 と同様にして加熱処理した。繊維強化樹脂層 4 の重量は 6641 g であった。

次いで、中間体容器 5 を、実施例 1 と同様にして自緊処理し、圧力容器を得た。自緊処理時の容器表面の周方向の歪は 0.81% であった。

#### 【0030】

圧力容器の破壊圧力は 231 MPa であった。この値は、充填圧の 3.3 倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、10818 回であった。

この圧力容器では、伸度が大きい強化繊維を使用して、破壊圧力／充填圧を高めたが、疲労特性は高く保持されるものの、重量が大きくなってしまいうことが確認された。

#### 【0031】



## [比較例 2]

充填圧 70 MPa の圧力容器を以下の手順で作製した。この比較例では、比較的伸度が小さい強化繊維を用いた。

強化繊維④（伸度 1.2 %、弾性率 390 GPa）に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂 3 からなる繊維強化樹脂層 4 を容器本体 2 上に形成し、中間体容器 5 を得た。

繊維強化樹脂層 4 は、実施例 1 と同様の 5 層構造とした。中間体容器 5 の胴部の中央部で繊維強化樹脂層 4 の厚みを測定したところ、約 9 mm であった。

中間体容器 5 を、実施例 1 と同様にして加熱処理した。繊維強化樹脂層 4 の重量は 4129 g であった。

次いで、中間体容器 5 を、実施例 1 と同様にして自緊処理し、圧力容器を得た。自緊処理時の容器表面の周方向の歪は 0.81 % であった。

圧力容器の破壊圧力は 148 MPa であった。この値は、充填圧の 2.1 倍に相当した。破裂時には、胴部中央付近から容器が分割してしまった。

疲労特性試験の結果、圧力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、4783 回であった。

この圧力容器では、伸度が小さい強化繊維を使用して軽量化を図ったが、破壊圧力が低くなり、破壊圧力／充填圧力が低下するとともに、疲労特性も劣化することが確認された。

## 【0032】

## [実施例 2]

充填圧 70 MPa の圧力容器 1 を以下の手順で製造した。

強化繊維④（伸度 1.2 %、弾性率 390 GPa）に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂 3 を用いて、容器本体 2 上に周方向配向層 3a／軸方向配向層 3b／周方向配向層 3a を順次形成した。

次いで、伸度の大きい強化繊維③（伸度 1.8 %、弾性率 290 GPa）に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂 3 を用いて、上記周方向配向層 3a 上に軸方向配向層 3b／周方向配向層 3a を順次形成し、中間体容器 5 を得た。

この圧力容器 1 では、繊維強化樹脂層 4 が 5 つの構成層からなる 5 層構造を有

し、これら構成層のうち内側から3つに用いられている強化繊維の弾性率が、外側から2つに用いられている強化繊維の弾性率よりも大きくなっている。

中間体容器5の胴部の中央部で繊維強化樹脂層4の厚みを測定したところ、約10.5mmであった。

#### 【0033】

中間体容器5を、実施例1と同様にして加熱処理した。繊維強化樹脂層4の重量は4861gであった。

次いで、中間体容器5を、実施例1と同様にして自緊処理し、圧力容器を得た。自緊処理時の容器表面の周方向の歪は0.81%であった。

圧力容器1の破壊圧力は188MPaであった。この値は、充填圧の2.7倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器1が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、10329回であった。

この圧力容器1では、破裂特性、疲労特性等において優れた結果が得られ、しかも軽量化が可能であったことがわかる。

#### 【0034】

##### [比較例3]

充填圧70MPaの圧力容器1Eを以下の手順で製造した。

強化繊維⑤（伸度2.0%、弾性率238GPa）に上記樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂3を用いて、容器本体2上に繊維強化樹脂層4を形成し、中間体容器5を得た。

繊維強化樹脂層4は、実施例1と同様の5層構造とした。中間体容器5の胴部の中央部で繊維強化樹脂層4の厚みを測定したところ、約16.5mmであった。

中間体容器5を、実施例1と同様にして加熱処理した。繊維強化樹脂層4の重量は7355gであった。

次いで、中間体容器5を、実施例1と同様にして自緊処理し、圧力容器を得た。自緊処理時の容器表面の周方向の歪は0.81%であった。

圧力容器の破壊圧力は 247 MPa であった。この値は、充填圧の 3.5 倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、10818 回であった。

この圧力容器では、破裂特性、疲労特性において良好な特性を有するものの、重量が極めて大きくなり、軽量化の点で望ましくないことが確認された。

#### 【0035】

##### [比較例 4]

自緊処理圧力を 105 MPa としたこと以外は実施例 1 と同様にして、充填圧 70 MPa の圧力容器を作製した。繊維強化樹脂層 4 の重量は 5631 g であった。

自緊処理時の容器表面の周方向の歪は 0.68 % であった。

また、破壊圧力は 186 MPa であった。この値は、充填圧の 2.7 倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、1055 回であった。

この圧力容器では、自緊処理圧力を、充填圧の  $5/3$  倍 ( $70 \times 5/3 = 117$  MPa) より低い値としたが、疲労特性が著しく低下したことが確認された。

#### 【0036】

##### [比較例 5]

自緊処理圧力を 140 MPa としたこと以外は実施例 1 と同様にして、充填圧 70 MPa の圧力容器を製造した。容器表面の周方向の歪は約 0.91 % であった。繊維強化樹脂層 4 の重量は 5647 g であった。

また、破壊圧力は 183 MPa であった。この値は、充填圧の 2.6 倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、圧力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、

1612回であった。

この压力容器では、自緊処理圧力を大きくした結果、無負荷状態での容器本体に掛かる圧縮応力が容器本体の材料の降伏点を超えることから、疲労特性が低下したことが確認された。

#### 【0037】

##### [実施例3]

強化繊維④に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂に代えてトウプリプレグ②を用い、強化繊維③に樹脂①を含浸させた強化繊維樹脂に代えてトウプリプレグ①を用いたこと以外は、実施例2と同様にして、充填圧70MPaの压力容器を製造した。このときの容器の重量は4608gであった。

自緊処理時の容器表面の周方向の歪は約0.81%であった。

また、破壊圧力は187MPaであった。この値は、充填圧の2.7倍に相当した。このときの破裂状態は、いずれも胴部中央付近に穴があくのみで容器が分割しない理想的な破裂の仕方であった。

疲労特性試験の結果、压力容器が破裂するまでの圧力変動操作繰り返し数は、10186回であった。

#### 【0038】

上記実施例および比較例の結果を表1に示す。

実施例1、2、3の压力容器は、破裂特性および疲労特性に優れ、かつ軽量化が可能となり、しかも理想的な破裂状態が得られることが確認された。

これに対して、比較例1～6の压力容器にあつては、破裂特性または疲労特性が良好なものでは、軽量化の点に問題があった(比較例1、3)。

一方、軽量化が図られた压力容器では、破裂特性、疲労特性が劣化(比較例2、4、5)したり、破裂状態が理想的でない(比較例2)ことが確認された。

#### 【0039】

【表 1】

	繊維強化樹脂層		歪	破壊圧力 (MPa)	破壊圧力 /充填圧力 (-)	圧力変動 繰返し数 (N)	破裂状態
	第1～第3層	第4および第5層					
実施例 1	MR40/#700B	同左	0.81	184	2.6	11078	1ピース
比較例 1	TRH50/#700B	同左	0.81	231	3.3	10818	1ピース
比較例 2	HR40/#700B	同左	0.81	148	2.1	4783	2分割以上
実施例 2	HR40/#700B	MR50/#700B	0.81	188	2.7	10329	1ピース
比較例 3	TR50S/#700B	同左	0.81	247	3.5	10818	1ピース
比較例 4	MR40/#700B	同左	0.68	186	2.7	1055	1ピース
比較例 5	MR40/#700B	同左	0.91	183	2.6	1612	1ピース
実施例 3	HR40/WDE	MR60H/WDE	0.81	187	2.7	10186	1ピース

第1～第5層：最内側層を第1層とし、最外側層を第5層とする。

TRH50：強化繊維①

MR40：強化繊維②

MR50：強化繊維③

HR40：強化繊維④

TR50S：強化繊維⑤

#700B：樹脂①

MR60H/WDE：トウプリプレグ①

HR40/WDE：トウプリプレグ②

1ピース：容器が分割しない破裂

2分割以上：容器の分割を伴う破裂

【0040】

**【発明の効果】**

以上説明したように、本発明の圧力容器では、繊維強化樹脂層に自緊処理を行ったときの容器表面の周方向の歪が0.7%以上、0.9%以下であり、かつ破壊圧力が充填圧力の2.2～2.8倍であるので、疲労特性および破裂特性を向上させるとともに、軽量化が可能となる。

**【図面の簡単な説明】**

【図1】 本発明の圧力容器の一実施形態を示す部分断面図である。

【図2】 図1に示す圧力容器を製造する方法の一例を示す説明図である。

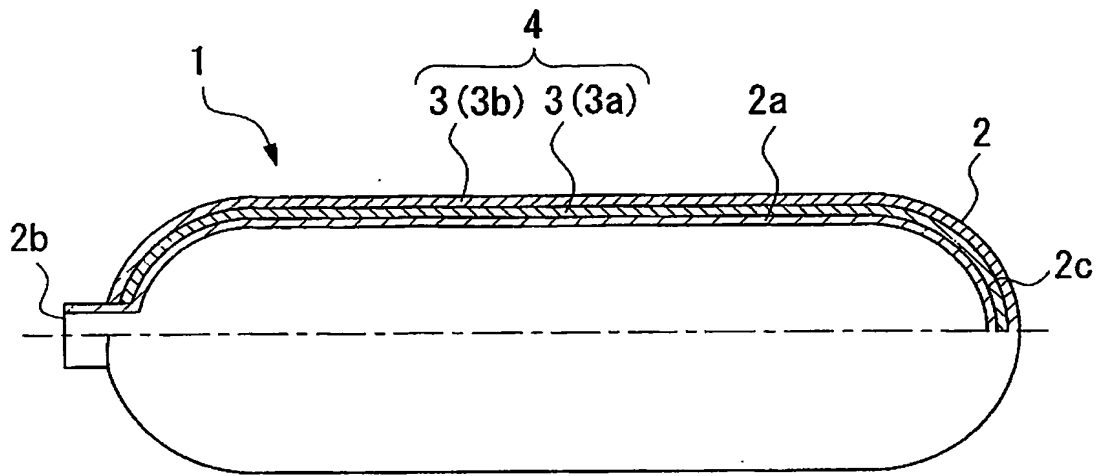
【図3】 (a)は従来の圧力容器の一例を説明する部分断面図であり、(b)は(a)に示す圧力容器の要部拡大図である。

**【符号の説明】**

1…圧力容器、2…容器本体、3…強化繊維樹脂、3a…周方向配向層、3b…軸方向配向層、4…繊維強化樹脂層、7…マトリックス樹脂、8…強化繊維、9…加熱炉、10…自緊処理装置

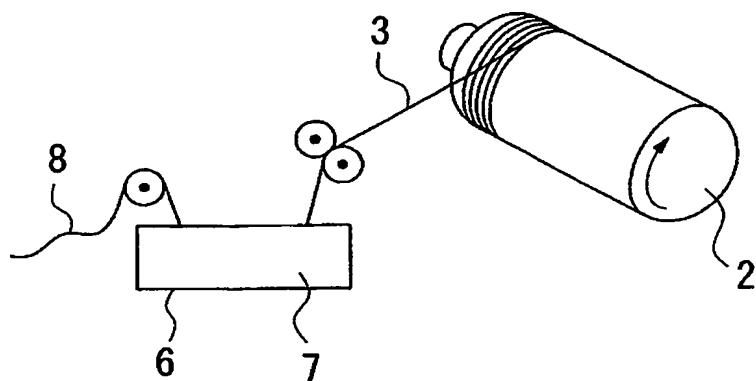
【書類名】 図面

【図 1】

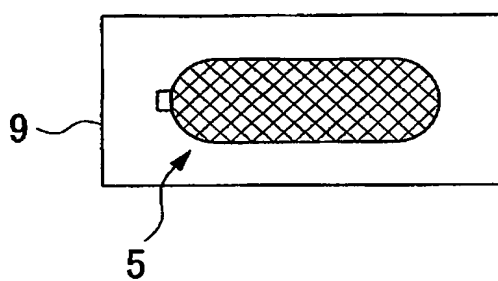


【図 2】

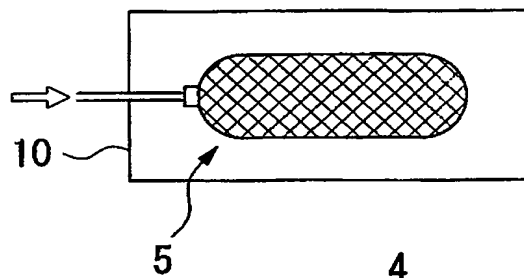
(a)



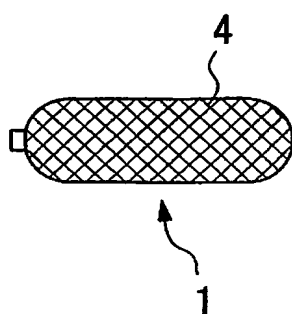
(b)



(c)



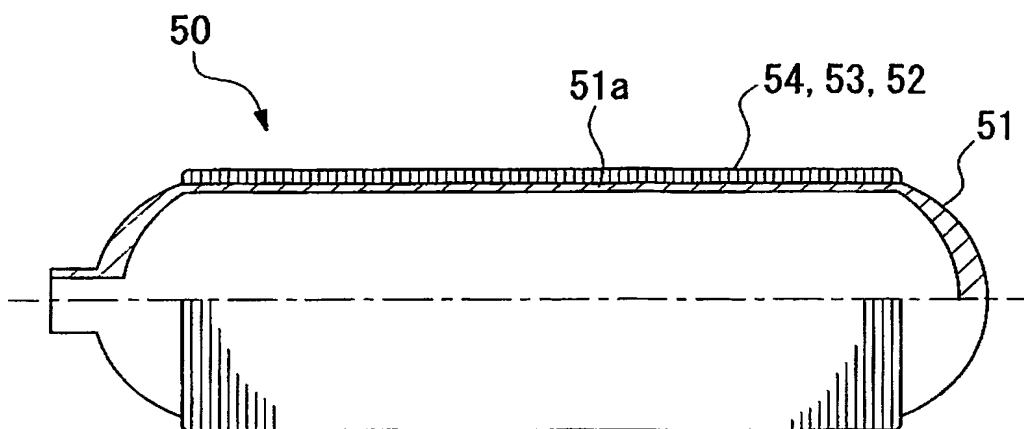
(d)



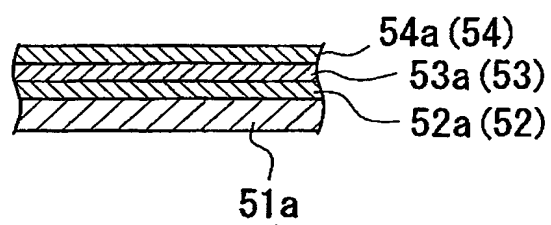


【図 3】

(a)



(b)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 疲労特性と破裂特性に優れ、かつ軽量である圧力容器を提供する。

【解決手段】 容器本体 2 の表面に、樹脂を含浸させた強化繊維である強化繊維樹脂 3 からなる繊維強化樹脂層 4 が形成され、自緊処理を行ったときの容器表面の周方向の歪が 0.7% 以上、0.9% 以下となり、かつ破壊圧力が、充填圧力の 2.2 ～ 2.8 倍である。

【選択図】 図 1

## 認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 2 - 3 5 0 3 7 3
受付番号	5 0 2 0 1 8 2 4 6 4 3
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 4 年 1 2 月 3 日

## &lt; 認定情報・付加情報 &gt;

## 【特許出願人】

【識別番号】	000006035
【住所又は居所】	東京都港区港南一丁目 6 番 4 1 号
【氏名又は名称】	三菱レイヨン株式会社

## 【代理人】 申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100089037
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 隆

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

## 【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ ル 志賀国際特許事務所

次頁有

## 認定・付加情報 (続き)

【氏名又は名称】 鈴木 三義  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100107836  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 西 和哉  
【選任した代理人】  
【識別番号】 100108453  
【住所又は居所】 東京都新宿区高田馬場 3 丁目 2 3 番 3 号 O R ビ  
ル 志賀国際特許事務所  
【氏名又は名称】 村山 靖彦

次頁無

特願 2 0 0 2 - 3 5 0 3 7 3

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 6 0 3 5 ]

1. 変更年月日

1 9 9 8 年 4 月 2 3 日

[変更理由]

住所変更

住 所

東京都港区港南一丁目 6 番 4 1 号

氏 名

三菱レイヨン株式会社